

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-地球科學科

科 別：地球科學科

組 別：高中組

作品名稱：宇宙魅影 以 ν_e ν_μ ν_τ 及相對論性量子力學

探討黑暗物質之謎

關 鍵 字：微中子、銀河系、黑暗物質

編 號：040503

學校名稱：

高雄市立三民高級中學

作者姓名：

董泓志、王靖閔、謝廷奇、孫稟卉

指導老師：

詹嘉琳



壹、摘要

作品名稱：宇宙魅影—以 ν_e ν_μ ν_τ 及相對論性量子力學探黑暗物質之謎

一、研究動機：

由於參與天文社及閱讀相關書籍並藉由地科老師指導從高中地球科學課本下冊中學習了許多完整的天文知識，也藉此了解到了黑暗物質的問題，引起我們深入了解的慾望。並加上本身對理論物理和天文的熱誠在資料蒐集及分析的過程中，也認知了許多相關的知識，並發覺整個暗物質的問題並沒有當初所假設的架構那麼單純。所以我們再運用課本及相關期刊論文的内容將我們之前的理論重新架構，做多方面的討論，使整個理論更完整。

二、研究目的：

- (一)統整暗物質與微中子的相關性
- (二)以微中子的性質解釋其他天文未解的現象
- (三)引入量子力學與超弦理論探討天文未解之現象
- (四)以目前的數據討論微中子在銀河系內分布的含量

三、研究過程：

- (一)分析銀河系的型態
- (二)分成微觀和宏觀兩部分作深入討論
- (三)用牛頓的宙觀佐證暗物質的存在
- (四)用微中子做質量能量的的分析
- (五)以勞倫茲轉換式求出微中子在銀河系外圍的含量
- (六)以曲線圖的分部結果推測微中子的可能含量

四、研究結果：

(一)當距及核心 $3 < r < 5$ kpc 以 $M = \frac{mv^2 r^2}{GR}$ 替代 $M = \frac{rv^2}{G}$

$$11 < r < 13 \text{ kpc 以 } M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \text{ 替代 } M = \frac{rv^2}{G}$$

- (二)微中子在速度達到光速的 90% 後質量皆以約為原來的 3 倍增加
- (三)預測 3 種微中子若有質量，它們的速度將會是相異的，如下：

$$V_{\nu\tau \text{ Max}} \leq V_{\nu\mu \text{ Max}} \leq V_{\nu e \text{ Max}}$$

(四)若引力子可能會受黑洞影響，星體所受影力將會降為原來的 1/2。

五、參考資料：

- (一)Frank Shu/The Physical universe/初版/台灣/明文書局/460 頁/民 90
- (二)孫漢城/中微子之謎/初版/台灣/牛頓出版社/221 頁/民 85
- (三)錢誌恩&鄭立三/宇宙的百慕達三角-黑洞/初版/台灣/凡異出版社/157 頁/民 87

貳、研究動機

由於參與天文社及閱讀相關書籍並藉由地科老師指導從高中地球科學課本下冊中學習了許多完整的天文知識，也藉此了解到了黑暗物質的問題，而我國在地球科學天文部分與太空科學的競賽類別也是劃分為同依類別的，因此讓我們決定用太空科學理論科學部分的研究方式對暗物質的問題做深入的討論。

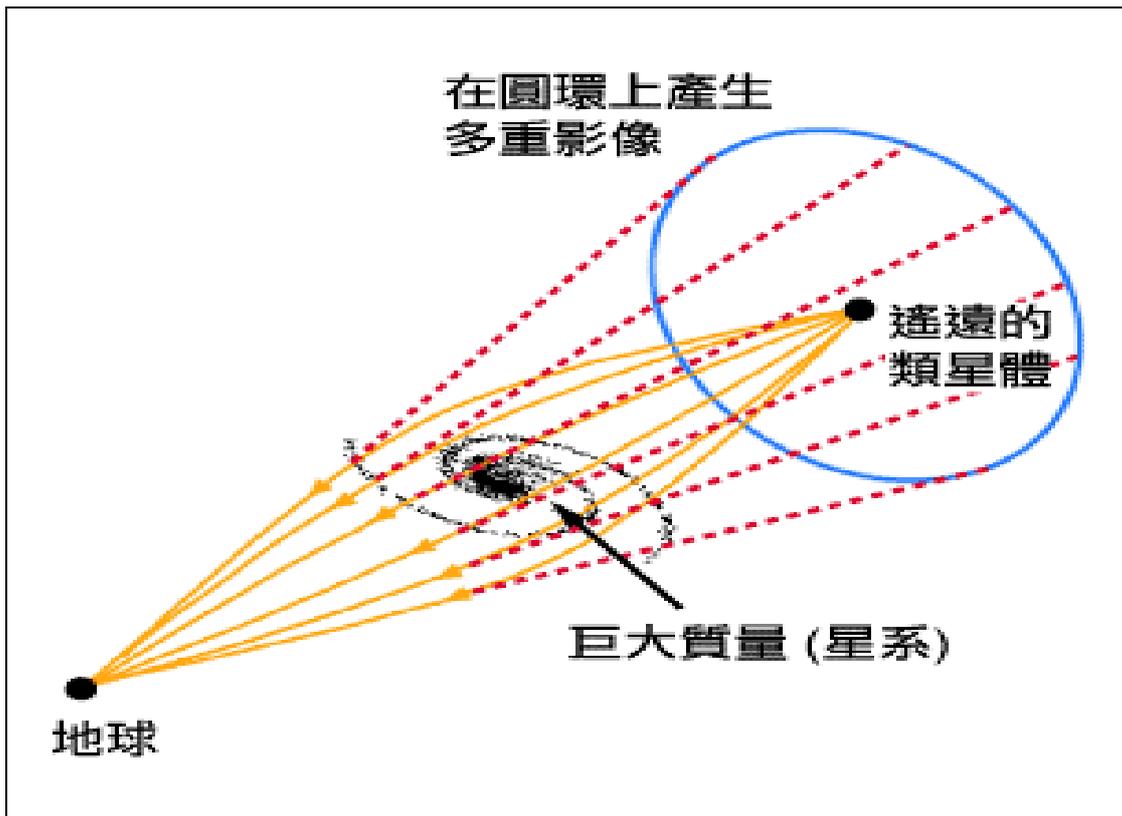
而本身對理論物理和天文的熱誠在資料蒐集及分析的過程中，也認知了許多相關的知識，再加上地科課本在天文部分詳細的介紹即對黑暗物質及微中子說明，使我們發覺整個暗物質的問題並沒有當初所假設的架構那麼單純。所以我們此次再運用課本及相關期刊論文的內容將我們之前的理論重新架構，做多方面的討論，使整個理論更完整。

動機的說明：

黑暗物質是至今仍為科學家頭痛的謎團，它存在於宇宙的各個角落，但我們卻無法用我們現今的儀器測知，我們能知道它們的存在，主要是靠著它們所擁有的重力透鏡效應而不是天體所放出的電磁波。

當初天文學家歐特(Jan Oort)首先以動力學測量銀河系外盤的天體，發現其轉速遠超出理論所預測的結果，首先發表了**無蹤質量問題**，以下為內容概述。

1. 歐特教授對太陽附近垂直運動的分析表明，從引力推斷存在的質量應是發光物質質量的兩倍。
2. 螺旋星系的旋轉曲線，從星系中心到很遠的距離都保持平坦，這表明這種星系的總重力質量至少應是可見質量的幾倍
- 3 在雙星系統裡，星系相互之間的速度超過星系的束縛能，除非她們的質量幾倍於從他們的光度導出的質量。
4. 在一個富星系團裡，星際的隨機運動速度一般是如此之大，以致於這個星系團恰好處於一個非束縛能，除非這個星系團的總質量比成員星系光學部分的質量至少大 10 倍



(圖一)重力透鏡效應示意圖

資料來源：物理園 <http://www.phy.cuhk.edu.hk/phyworld/main.html>



(圖二)哈伯望遠鏡拍攝的 Galaxy Cluster Abell 2218

這種現象發生在宇宙中的許多處，但並不是所有的重力透鏡現象都是由星

系影響的，也是有些是由黑暗物質所造成。舉例來說，曾有天文學家在觀測一對類星體時，由它們的紅移現象發現這一對類星體正以超越光速的速度下相互遠離，這多麼不可思議啊！之後才推論說，這兩個類星體是同一個類星體，但在它的光線到地球的過程中，經過了一個黑暗物質，所以造成了重力透鏡的現象，導致誤會。

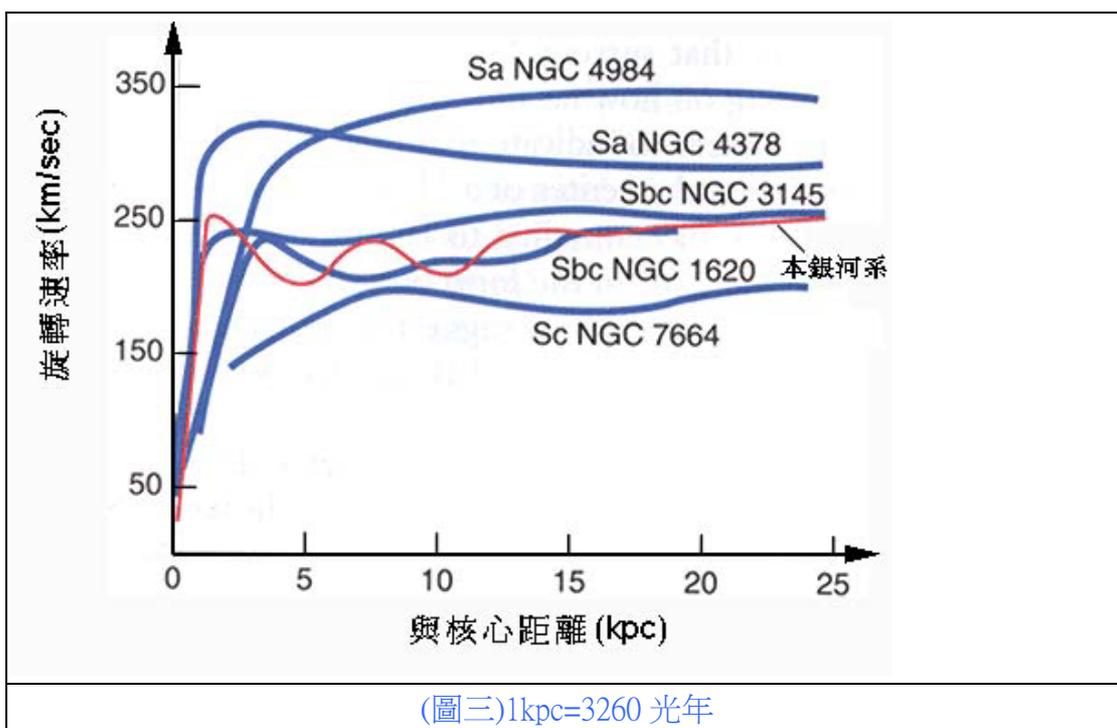
雖然以現今的設備無法精確的測知黑暗物質的位置、形式、和他的性質，但以它在星際間所造成的重力影響，就足以證明它是存在的。像銀河系的外圍的轉速，與科學家所計算出來的數值誤差甚大。

我們以動力學表示如下：

設銀河系的質量為 M ，距離銀河系中心為 r 的物體質量為 m

$$\text{根據萬有引力定律 } F=ma=\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r} \quad v=\sqrt{GM/r}$$

所以若半徑 r 增大， m 所受的萬有引力強度就相對變小，而 v 也應該隨之變小，但是實際上 銀河系外盤物值得轉速卻出乎意料的快，其半徑與轉速的關係如下



我們所討論的即為紅線部份，也就是太陽所處的本銀河系

參、研究目的

由於任何天體都是由基本粒子所構成，以致產生重力或放出能量，所以我們的目的並不奢望完全解釋這些迷團，但藉由此方式可以達到：

1. 統整以上現象的共通性：

我們統整天文上一些異像可以幫助我們了解天文學上一些不足的地方，而補足這些共同的缺失，將可以有效地對問題提出解釋

2.找出基本粒子在構成宏觀世界中所造成的影響：

由於整個宇宙是由宏觀天體受微觀基本粒子的支配，所以我們討論暗物質的性質等各方面都需要兼顧，所以無論宏觀或是微觀都需對整個體論付解釋的責任。

3.整合出重力對物質的影響：

由於討論暗物質得重點就是”引力”所以我們在引力的方面需做深入的說明。

4.引入目前最新的理論探討其正確性：

由於黑暗物質涉及到許多近代科學部分，所以我們在參考的文獻或書擊都會常看到對此問題的解釋，所以我們同樣引入目前的理論做討論。

肆、研究設備及器材

一.Microsoft Windows XP 作業系統

二.Office Word XP

伍、研究過程或方法

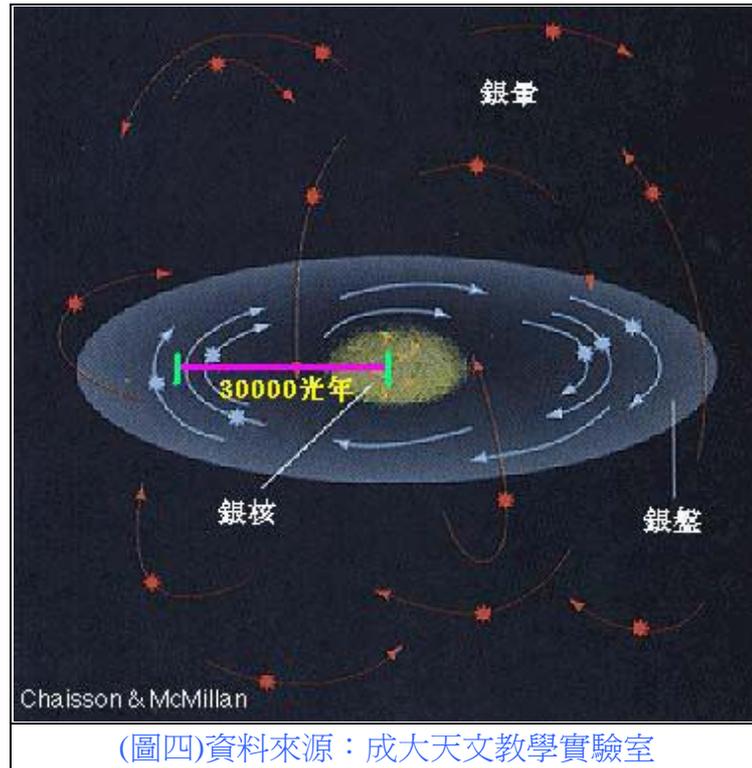
我們在高市科展的作品中，將內容分成微觀(微中子)及宏觀(動力學)2 部分討論，依星系旋轉曲線圖出略地推算出微中子所構成暗物質的含量，但是在數週後我們在一份由英國劍橋大學的 O.Lahav 與 O. Elgaroy 博士的論文當中，預測了微中子可只構成 20%的暗物質。依據這份期刊的內容，部分結論將被推翻，所以我們這次將重點放在微觀的部分。

一.以宏觀的角度討論

首先我們要討論的就是引力的問題，但是要求引力就須確切地得知暗物質的含量到底是多少，除非可以觀測道距銀河中心最遠也就是外盤邊緣之天體的轉速，才有辦法計算出，因此我們就就僅限的資料做粗略的計算。

以下數據來自物理學宇宙(天文學導論)

我們以下圖標示說明：

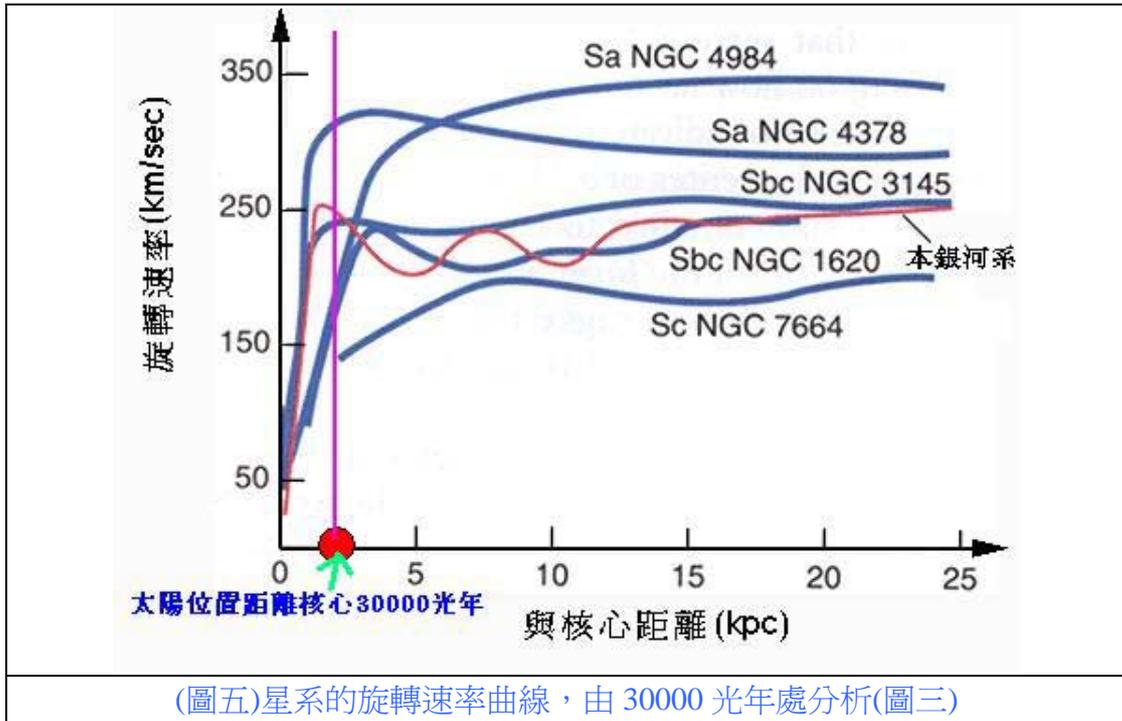


目前的天文學以電波望遠鏡克服了銀核中心塵埃的困擾，測得了太陽在銀河系的大約位置，因此我們就可藉由動力學估計銀河系的質量，甚至推演出暗物質含量的範圍，因此依動力學之公式：

$M_G = \frac{rv^2}{G}$ ，其中 M_G 是太陽旋轉軌道內部銀河系的質量，也就是半徑內的質量， R 代表太陽具銀河系中心的距離， v 是太陽的公轉速度。

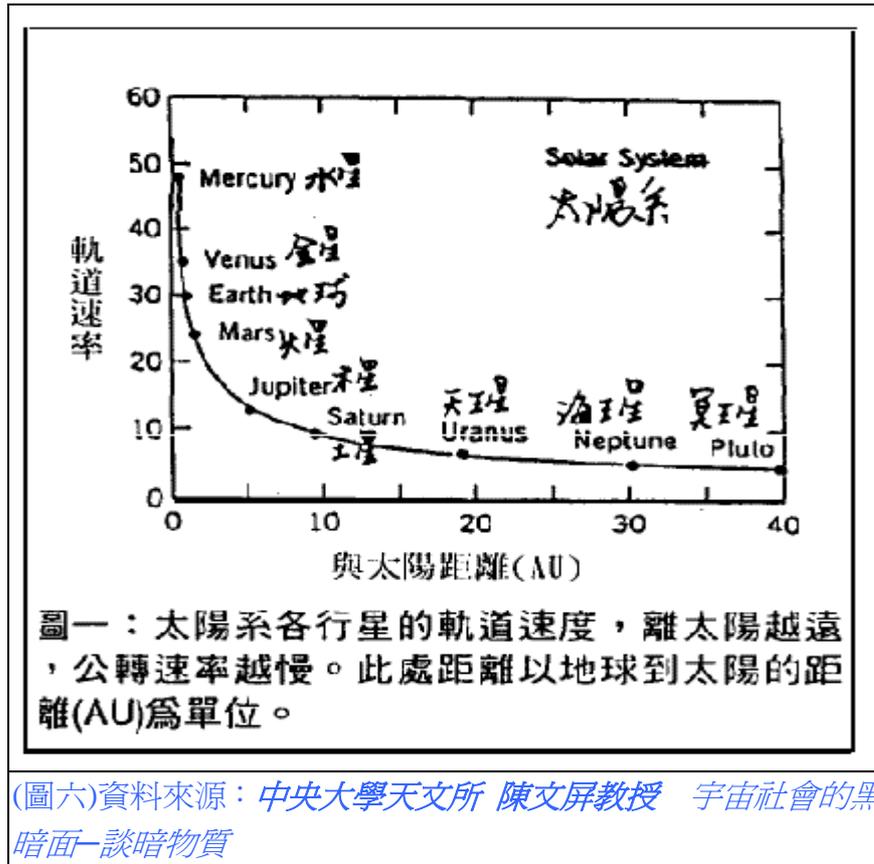
而將數據帶入後我們可以得到 $M_G = 1.3 \times 10^{11} M_\odot$ (數據來源：物理學宇宙)

因此若要測得本銀河系外的質量就必須得到 r 和 v 兩個變數，因此我們可以用下圖：[星系的旋轉速率曲線](#) 推論出大約的質量。



由上圖可以發現，縱軸及橫軸的單位差是相當大的，是由於電波望遠鏡面對星系這種大尺度的觀測相當不易的，所以一般對天文的量的測量只能粗略地計算。

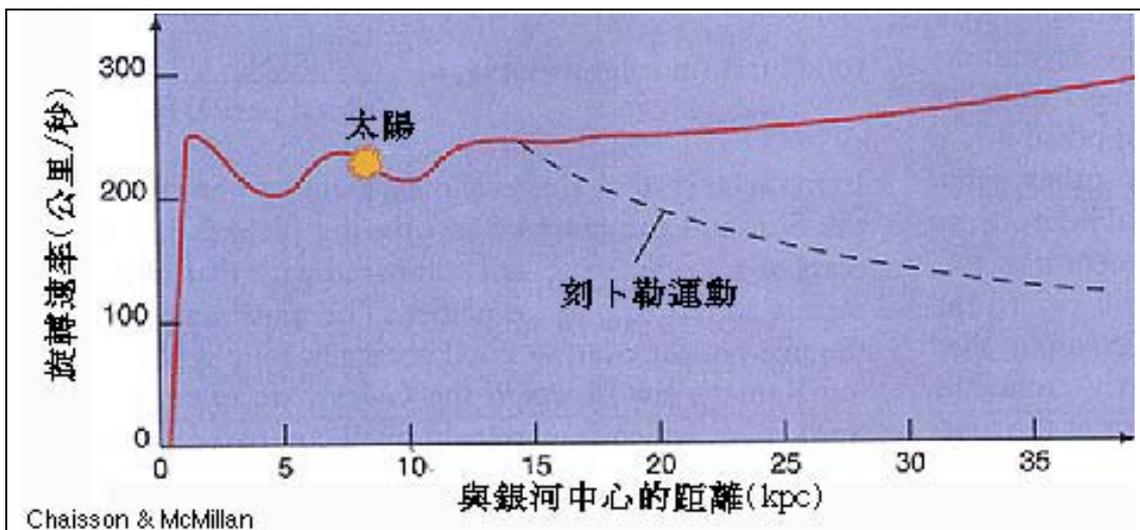
從 X 軸太陽的位置一粉紅線直線向上對照之後，我們可以發現,整個本銀河系的天體的轉速從距核心約 30000 光年開始減少,但是對照一下圖太陽系 9 大行星的曲線就可以明確發現,。



以質心的觀點來看，銀河系天體的轉速曲線是非常不尋常的，因此我們必須就每一個段落做討論：

1.定出本銀河系質量大幅變化的距離點：

我們在銀河系部分就縮小範圍用更詳細的圖討論

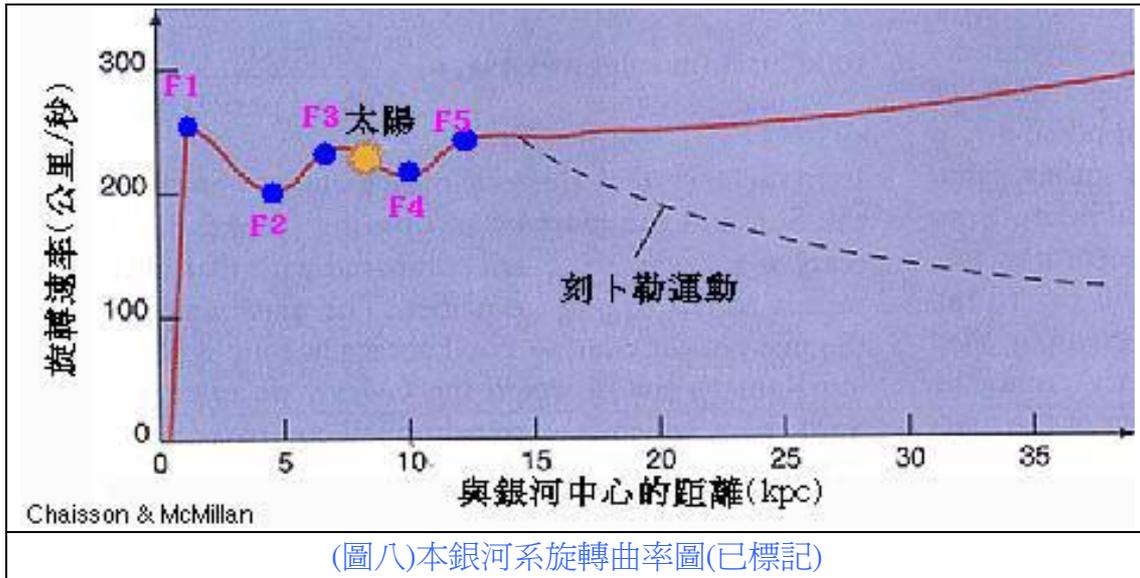


(圖七)本銀河系旋轉曲率圖 資料來源：成大天文教學實驗室 天文學導論第九章

註：成大天文教學實驗室是由蘇漢宗、許瑞榮 教授編製的教學網站

網址：http://www.phy.ncku.edu.tw/~astrolab/e_book/contain/suggest_email.html

由上圖可以發現是和圖 x 的曲率是雷同的，我們將每個轉折點標上編號如下



(圖八)本銀河系旋轉曲率圖(已標記)

F1.F2...各代表一恆星(a fixed star)，我們取出這 5 個轉折點在用動力學計算出大約質量。

2. 求出 5 點距離範圍內所含質量：

或許我們將銀河盤面視為均勻分佈的有點不妥，但是我們在觀測上有缺少電波望遠鏡上的困難，以動力學質心觀念計算粗略的質量是我們唯一方法，除非用微觀的角度或許可以得到新發現，這些我們都會在後面討論。

我們將牛頓力學及圓周運動的公式解聯立

$$\begin{cases} F = \frac{GMm}{r^2} \\ F = m \frac{v^2}{r} \end{cases} \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \text{ 把 } m \text{ 對消 } G \text{ 和 } r^2 \text{ 移到等號右方，可以得到}$$

$M = \frac{rv^2}{G}$ 若以質心的觀點，M 為半徑 r 內所包含的質量，為了方便計算我們將上面 4 個恆星轉速做成下表：

恆星標號	F1	F2	F3	F4	F5
核心距離	約 2kpc	約 5kpc	約 7kpc	約 10kpc	約 13kpc
旋轉速度	260km/s	200km/s	230km/s	210km/s	240km/s

將上表帶入 $M = \frac{rv^2}{G}$ ， $1\text{kpc} = 3260 \text{ ly}$ ， $1\text{ly} = 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$ ， $\therefore 1\text{kpc} = 3.084 \times 10^{16}$

$$M_{F1} = \frac{308.4 \times 10^{14} \times 2 \times 260^2}{G} \doteq \frac{2084784}{G} \times 10^{15}$$

$$M_{F2} = \frac{308.4 \times 10^{14} \times 5 \times 200^2}{G} \doteq \frac{6168000}{G} \times 10^{15}$$

$$M_{F3} = \frac{208.4 \times 10^{14} \times 7 \times 230^2}{G} \doteq \frac{7717052}{G} \times 10^{15}$$

$$M_{F4} = \frac{208.4 \times 10^{14} \times 10 \times 210^2}{G} \doteq \frac{9190440}{G} \times 10^{15}$$

$$M_{F5} = \frac{208.4 \times 10^{14} \times 13 \times 240^2}{G} \doteq \frac{15604992}{G} \times 10^{15}$$

註：由於主要是求其質量差，所以爲了計算的簡便，我們忽略 G 換算的問題

3. 求出 5 點質量的增減量：

求出了粗略的質量後，我們再求出其差值，製成下表：

MF1~MF2	MF2~MF3	MF3~MF4	MF4~MF5
$\frac{4083216}{G} \times 10^{15}$	$\frac{1549052}{G} \times 10^{15}$	$\frac{1473388}{G} \times 10^{15}$	$\frac{6414552}{G} \times 10^{15}$

4. 討論：

得到他們的質量差後，再這裡出現一個很困擾我們的問題，就是竟然所有的差值是正數，如果注意一下之前的本銀河系旋轉曲率圖，可以輕易發現整個曲線分布在 0kpc~15kpc 是成不規則(上下)延伸的，意味著他們所受的向心力也是呈增加-

減少的變化，因爲 $F=ma=m\frac{v^2}{r}$ ，主要的變數是 v，所以我們和 $F=\frac{GMm}{r^2}$ 解聯立後

可以得到上述的關係式 $M=\frac{rv^2}{G}$ ，亦即質量應該會減少才對，但計算的結果並不符合我們的預測。

所以我們認爲，上面的結果他的數學意義僅代表質量增加，但是他的物理意義卻相徵著動力學根本無法對旋轉曲率圖做出處理，我們也預測其中可能存在著一種速度及重力的函數。

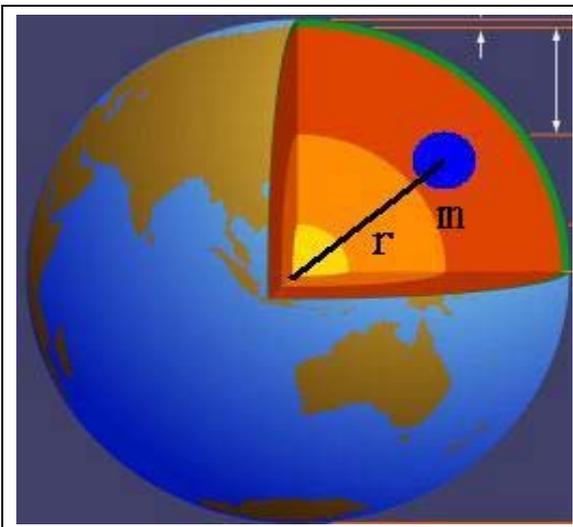
爲了深入討論上述的問題，我們就以 9 大行星的數據透過計算，看是否有何共通性可循：

以下是 9 大行星的公轉，質量，與太陽距離的資料表，我們希望用此表可以導出一項修正動力學對大尺度天體運算的修正公式：

行星名	距離*10 ¹⁰ m	軌道速度 m/s	太陽質量 10 ²¹ kg
水星	5.791	47880	1990380071
金星	10.820	35020	1989453123
地球	14.960	29970	2014555542
火星	22.794	24130	1989799667
木星	77.000	13060	1969025067
土星	112.940	9670	1583342604
天王星	287.999	6810	2002439344
海王星	450.430	5450	2005831645
冥王星	591.352	4740	1991943058

由上我們可以看到，縱使水星和冥王星的心率較大，但是用他們軌道速度所求出

的太陽質量誤差值也不會非常大，就除了土星所推算的結果較為異常。所以可以發現，動力學對太陽系內的天體，還是滿適用的，但是推廣至大尺度便不適用了。所以由上我們無法如期導出相關的修正公式了，但意外的是，我們卻能由此圖推出銀河系外盤星體的分不範圍，當然這需要換個角度思考。我們就以地球來說，地表重力是最大的，無論像地心或像地表外引力都會減小，其實銀河系也是一樣的，但不同的是，他有很多個地表。



先假設地球質量為 M
 由左圖可以看到 m 所受的引力是

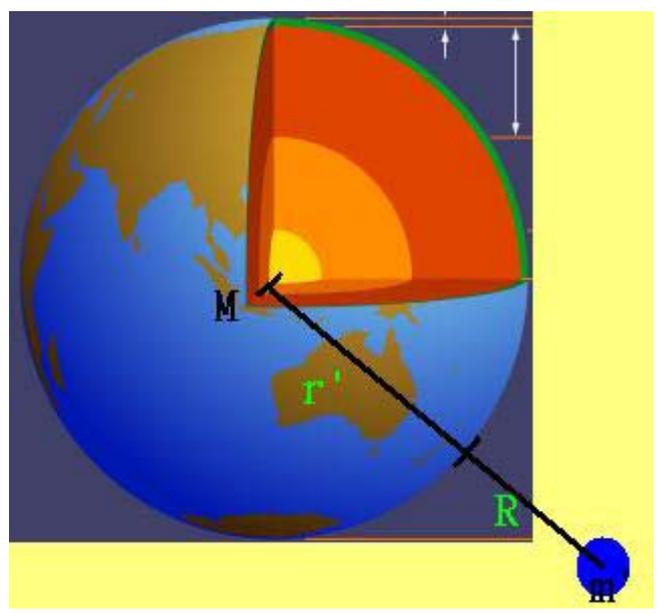
$$F = \frac{GMm}{r^2}$$
 即使在地表也是用相同的計算方式，當然在地心的引力是為 0 的。

(圖九)

但是在地球外部 m 所受的引力

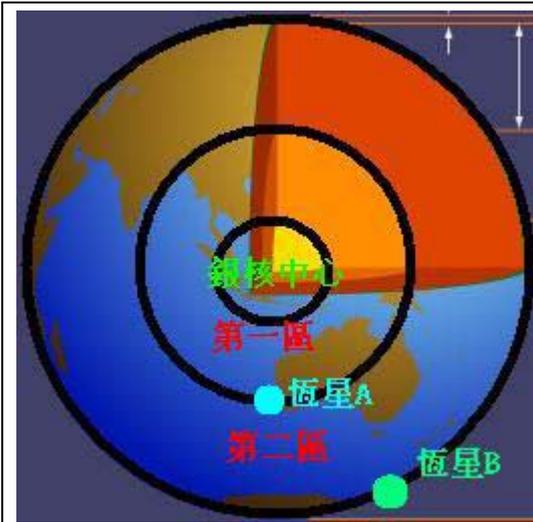
卻是
$$F = \frac{GMm}{r'^3} \times R$$

所以地球表面代表一個引力的分界點，無論是向外或向內引力都是減小的，但是我們認為銀河系卻有很多個分界點。



(圖十)

。



(圖十一)

我們認為若將銀河系當作地球的模式處理，將會如左圖所示，其中每一黑色的圓環但表一個地球表面，以銀河系的觀點，黑色圓環意味著密度個的恆星群。當天體在第一區時，只受到銀河中心的引力，當再恆星 A 的位置時，所受到的引力必須包含 A 軌道上加上內部所有的天體的引力影響，因為是以質心的觀點處理(註)。當天體再第二區時所受到的引力就更大了，因為他必須包含銀河中心,+第一區+恆星 A 的引力影響，但是他不會受恆星 B 軌上天體的影響，因為是剛體，兩邊引力會對消。

所以用旋轉曲率圖我們可以知道，在第一區(F1~F2)的曲線是正常，在恆星 A 時(F2~F3)就必須以半徑內部整體的質量作運算，所以曲線上升，而在第二區時(F3~F4)，就必須以恆星 A 軌道為地表所以曲線下降，以此類推。

把他換成數學是表達就是：

$$M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \quad \text{其中 } G \text{ 為萬有引力常數，} r \text{ 為內部半徑，} R \text{ 為外部半徑}$$

因此我們得到一個結論

(一).在距銀河系 2kpc，5kpc，7kpc，10kpc，13kpc 左右的天體分布是較均勻且密度較高的。

(二).在用動力學計算銀河系質量及軌道速度時，當距離

$$r < 3\text{kpc} \text{ 以 } M = \frac{rv^2}{G} \text{ 不需修正。}$$

$$3 < r < 5 \text{ kpc} \text{ 以 } M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \text{ 替代 } M = \frac{rv^2}{G}$$

$$7 < r < 11\text{kpc} \text{ 以 } M = \frac{rv^2}{G} \text{ 不需修正。}$$

$$11 < r < 13 \text{ kpc} \text{ 以 } M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \text{ 替代 } M = \frac{rv^2}{G}$$

當然這只適用於銀河系，缺點是我們缺少資料點，而我們也相信每個星系都會有這種相對的關係，如果能取得更多星系的曲線圖，相信更能幫助我們推導。

二.以微觀的角度討論：

暗物質是很特別的一種東西，由於我們根本不知道他是由什麼組成的，所以科學家才會把焦點轉到對基本粒子的探索，所以我們在處理完宏觀引力的問題後，對粒子的討論就顯得特別重要了。

我們還是依成大天文教學實驗室網頁的內容先檢索一下微中子的特性：

一種不帶電荷，且質量幾近於零的粒子，這種粒子的速度接近光速。

由於她們的味不同分成 3 大家族， ν_e ， ν_μ 及 ν_τ ，6 種味即 6 為夸克上，下，奇，

魅，底，頂，討論味需要 QCD 理論的幫助，但是我們真的找不到任何中文的標準模型理論相關書籍，所以我們無法討論。在最原始的量子力學裡面，微中子是被認為沒有質量，這些在狄拉克所著的量子力學原理就可以看見。但是由於日本的神岡微中子望遠鏡研就人員曾經宣稱微中子是有質量的，所以目前抱括觀星人雜誌都有提到微中子質量普遍是被認為是 10eV，因此我們採用迪拉克型的微中子 $m_\nu < 20\text{eV}$ 並將他分為 2 個方向討論。

(一)以微中子質量為零的觀點分析：

我們知道宙是由兩種東西組成，即物質和能量。當然目前知道質能是可以互換的，(但能量未必用 $E=mc^2$ 就可換的回來)而物質也有物質波，但是區分他們最好方法我們認為就是質量。

在討論這之前我們必須先做一個說明，做一個對光子的說明：

我們知道愛因斯坦提出光有波粒二像性，光可以以不同的型式存在於自然界，而重點就是他的質量為零，當然它是以光速移動的。這點和微中子的特性非常相似，應該說完全雷同，唯一的差別就是光子屬於玻色子自旋為+1 或-1，(因為光子沒有相對的反粒子)，而微中子是費米子自旋為 1/2，此外他們幾乎是完全雷同的。這點我們覺得若用勞倫茲轉換式來解釋會比較恰當，根據勞倫茲轉換

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \text{其中 } m_0 \text{ 為靜止質量，} C \text{ 為光速..}$$

由公式可以看到，速度若代 C 的時候，分母會變為零而無意義。

而勞倫茲轉換也是以光速最快為前提所導出來的，也就是說他們之前似乎存再著一種物理意義，凡是以光速運動的物體質量就必須為零，但我們面對問題就是質量為零的物體還能稱為物質嗎？

我們做上述的說明就是為了要表達這個概念，就是說微中子只要移動小於光速，就不能稱作微中子了，因為在我們將他視為質量為零的前提下它的質量不能存在，否則依狹義相對論會被無限大的重力粉碎。

所以為了避免此問題，我們大膽的將微中子視為能量討論，但是能量沒有並無法構成引力，引力的影響是暗物質的特性，所以我們討論到現在唯一的辦法就是將這種以光速運動，而質量為零的粒子當作光子看待，如此我們就可以用相對論性在量子力學對質量為零的粒子(如重力子，膠子)的動量表達式為

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

h 為普朗克常數， λ 是波長，但是這裡我們又面臨到一個問題，就是沒有辦法確認微中子的波長，除非找到一個能統一引立場的範圍，讓此範圍內的物體所受的波長都相同才有辦法繼續討論，而在銀河系中唯一符合此種條件的莫非就是**黑洞**了。本銀河系中心目前也是被科學家認為可能存在著巨大的黑洞，包括其他星系如 M81，因為動力學無法對外盤數億顆恆星是如何會繞著銀核旋轉等作出完善的解釋，M81 以自身的質量若要抓住如此盤大的氣體也是非常困難的，這些星系其中必定有盤大的引力源才有可能，甚至類星體有可用此來解釋，但是他涉及到的範圍太廣，甚至白洞也被列入其組成要素，為了使整體不過於理論化，我們就只對銀河系的中心做討論。

我們所要討論的是在於黑洞的範圍，也就是所謂的事項地平面一但進入任何物體可以逃脫，除了從真空中借來的虛光子。但是恰好在事件與事件外的交界處，只要速度夠快，它是可以圍繞在黑洞外圍的。所以其實黑洞並非納麼黑，而且它是光芒萬丈的，因為當光子和黑洞引力達成平衡時，它就會圍繞在黑洞外圍，當然在這裡所指的光和霍金輻射中的虛光子是不同的。

所以我們若把微中子當作光子的性質看待可以做出下面的解釋:

當微中子在進入事件地平面外圍，受黑洞引力的影響，或是因空間扭曲所造成的結果，它會圍繞他黑洞外圍，而由於勞倫茲轉，當以光速移動時時間會凍結，粒子會成致冷的狀態，可以避免它能量的喪失，因為時間延遲了。而最重要的是它所轉換後質量足以構成強大的引力影響整個銀河系的天體。

以上是我們以微中子質量為零的推論，因為沒有質量，所以繼續討論下去會寸步難行，唯一的可能就是讓能質轉換，才有可能構成暗物質的存在。

而這都不我們留到後面整合的時候一並引入。

(二)以微中子非零質量的觀點分析:

目前科學家對暗物質的組成假想了許多候選粒子如下

粒子名稱	自旋	可能質量(eV)
微中子	1/2(費米子)	10
引力微子	3/2(費米子)	10^3
光微子	1/2(費米子)	10^3
膠微子	1/2(費米子)	---
W 微子	1/2(費米子)	---
Z 微子		---

(註 1)上表採自湖南教育出版社 新世紀物理叢書 牛頓出版社 中微子之謎一書 國內譯為微中子(Neutrino)

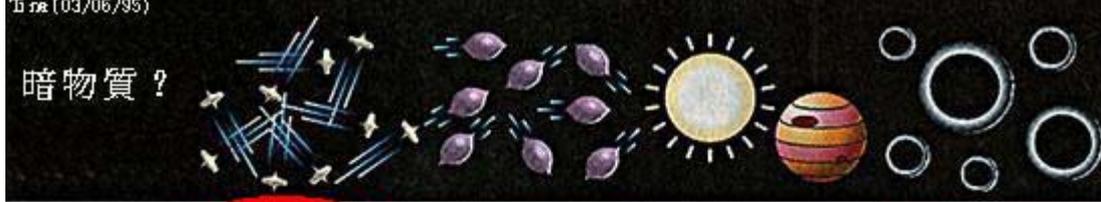
而之前也提到目前已觀測為主的實驗科學家都認為微中子是有質量的，從整個微中子天文學的發展就可明顯見到，目前普遍是認為 10eV，有了質量之後，問題

就容易處理了。

而我們就目前可能性最大的微中子做分析

Б. П. (03/06/95)

暗物質？



名稱	微中子	WIMPs	MACHOs	黑洞
本質	電子的親戚 幾乎不和一般物質起作用	冷暗物質 (WIMPs = weakly interacting massive particles)	(MACHOs = massive compact halo objects) 行星、白矮星	有超強重力場 連光都無法從其表面逃離
優點	數量巨大	理論預測存在	理論簡單	廣義相對論預測黑洞存在
缺點	可能無靜態質量	純屬虛構	所需的數量過大	如果這麼大量的黑洞，早已被偵測到。

(圖十二)暗物質組成可能粒子列表

我們依目前的天文學上的說法假設暗物質是由微中子組成的，他的質量必相當的大而使得銀河系外的物質天速異常的增快，超乎我們所預測的結果。

但是我們知道一個質量近於 0 粒子，根據萬有引力公式 $\frac{Gm}{r^2}$ ，m 趨近於 0

要產生如此大的引力並不是容易的事，況且我們根本無法說明為何會有如此多的微中子恰好群聚在銀河系外。

但是若我們排除粒子靜止質量有構成的引力，而以運動中的粒子所造成的引力影響，那問題將會變的明確多了。

爲了方便計算，我們假設微中子速度是趨近於 C，依據狹義相對論中速度愈快，質量增大的特性討論。他的轉換是下：

$$1 : \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \text{ ----- } \langle 1 \rangle$$

將上式代入 F=ma 得到 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ ----- $\langle 2 \rangle$

上式 m_0 爲物質原來的質量，m 爲轉換後的質量，當然，由於勞倫茲轉換是以光速最快爲前提，所以分母的 v 不能直接帶 c。

若微中子有質量且速度是接近光速的，那我們經過計算如下：
根據成大教學實驗室所提供的數據

	軌道半長軸 ¹ (AU)	半徑 ² (R _{地球})	質量 ³ (M _{地球})	自轉週期 ⁴ (地球日)	公轉週期 ⁵ (地球年)	衛星數 ⁶	軌道傾角 ⁷ (度)	軌道離心率	脫離速度 (km/sec)	平均密度 (g/cm ³)
太陽	0	109	332,800	25-36	---	9	---	---	617	1.410
地球	1.0	1.00	1.00	1.00	1	1	0.000	0.017	11.2	5.52

$M_{\text{地球}} = \text{地球質量} = 5.976 \times 10^{24}$ 公斤

主要數據來源：Planetary Data System Educational CD-ROM (v 1.5, 1995, NASA)

銀河系質量 = 2×10^{11} 太陽質量 = $2 \times 10^{11} \times 332.800 \times 5.976 \times 10^{24}$

微中子的質量我們以 牛頓出版社 中微子之謎 一書的數據為基準，由於討論微觀受測不準原理的影響，是以 eV 能量的單位來紀錄，所以我們用愛因斯坦的質能互換公式 $E=mc^2$ 將能量換回，

$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ 焦耳 $\rightarrow 10\text{eV} = 1.6 \times 10^{-18}$ 焦耳 帶入下式：

$$E = m \cdot c^2$$

$$1.6 \times 10^{-18} = m \cdot 9 \times 10^{16}$$

$$\boxed{m = 1.7 \times 10^{-35}}$$

故一微中子 10eV 轉換後的質量約為 $\boxed{1.7 \times 10^{-35}}$ kg

透過勞倫茲轉式 $m_0 = 1.7 \times 10^{-35}$ kg 代入 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$

由於方便電腦程式計算我們將 10^{-35} 移至左方

$$\boxed{10^{35} m = \frac{1.7}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}} \quad \text{以此式作為以下討論的基準}$$

但由於勞倫茲轉換還有一項 v 速度的變數，所以我們無法直接求出完整的質量，因此必須分段討論初期正確性，

我們將微中子運動速度分成 10 個範圍作動量討論：

由於微觀世界會受量子力學中海森堡測不準原理的影響，所以討論運動中之粒子會以動量來表示，但由於我們是做引力的討論，所以用下表先作動量的整理再取

其質量部分分析：

我們可以先預測整個粒子的動量 $p=mv$ 是無限增加的， pmv 三個變數同時增大

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
速度	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
%C	3	6	9	12	15	18	21	24	27
質量	1.708	1.735	1.782	1.854	1.962	2.1252	2.380	2.833	3.900

編號	10	11	12	13	14	15	16
速度	<u>99%</u>	<u>99.9%</u>	<u>99.99%</u>	<u>99.999%</u>	<u>99.9999%</u>	<u>99.99999%</u>	<u>99.999999%</u>
%C	<u>29.7</u>	<u>29.97</u>	<u>29.997</u>	<u>29.9997</u>	<u>29.99997</u>	<u>29.999997</u>	<u>29.9999997</u>
質量	12.05	38.022	120.211	380.132	1202.081	3801.315	12020.815

編號	17	18	19	20
速度	<u>99.9999999%</u>	<u>99.99999999%</u>	<u>99.999999999%</u>	<u>99.9999999999%</u>
%C	<u>29.99999997</u>	<u>29.999999997</u>	<u>29.9999999997</u>	<u>29.99999999997</u>
質量	38013.156	120208.147	380133.650	1202094.824

註:綠色數字為光速的百分比 藍色為微中子運動速度 黑色為增加後的質量

由以上表格我們可以發現到一想非常重要的規律性，就是在從第 9 號表格開始，一直到最後一個表格，**質量全部成約為 3 倍增加**，甚至到光速的 99.999999999% 依然遵循此原則，所以我們認為，它的物理意義即是我們確認 10eV 微中子的速度，就是光速的 90%，270000km/s。當然當可能和一般微中子望遠鏡觀測的結果不太符合，但是我們所強調的是它的質量變化，引申至引力的問題，所以以下討論都會以此為基準。

根據銀河系曲率旋轉圖，前面那短不規則的曲線分布我覺得非常不可思議，因為即使是內部的暗物植我們觀測不到，也不可能是忽快忽慢的，所以我們討論到現在不得不做出一種推論，就是銀河系中的物質是忽增忽減的。因為引力竟然會不短改變象徵著物質也是不斷改變的，所以只要結合我們之前所討論的問題就可以有結果了。

之前提到微中子在粒子物理有三大家族， ν_e ν_μ ν_τ 。當然我們沒有時間深討論

她們的特性了，反正差別就是在於他們的味不同。而目前最貝爭議的就是微中子是否會振盪，但是目前無法做震盪實驗。

而我們所要做的並不是斷言微中子會在 3 個家族中震盪，而是引入我們的觀念，

弱微中子在 ν_e ν_μ ν_τ ，發生振盪，他的質量當然會依著 m_{ν_e} m_{ν_μ} m_{ν_τ} 改變，如此就可以對暗物質對銀河系天體轉速的影響做出完善的解釋了。當然這需要數學式的輔助。

ν	M_{ν_e}	M_{ν_μ}	m_{ν_τ}
M_ν 範圍	<10eV	<250MeV	<84MeV

上表 m_{ν_τ} 是採用迪拉克型的電子微中子，而 ν_μ 至今還沒有直接觀測到，但是科學家電子譜測量和 π 能譜測量估計它的質量上限是 <250MeV，而 m_{ν_τ} 目前有 2 種觀測數據，非常類似，但我們是使用 1986 年 S.Abachi 博士在美國斯坦福直線加速中心所得到的結果。

首先還是先將它們的電子福特換回質量的形式，

$$m_{\nu_\mu} : 250\text{MeV} \quad \text{代入 } E=mc^2 \quad E = 250 \times 1.6 \times 10^{-13} = m \times 9 \times 10^{16}$$

$$\therefore m = 44.4 \times 10^{-29}$$

$$m_{\nu_\tau} : 84\text{MeV} \quad \text{代入 } E=mc^2 \quad E = 84 \times 1.6 \times 10^{-13} = m \times 9 \times 10^{16}$$

$$\therefore m = 14.93 \times 10^{-29}$$

我們計算出 3 種家族的質量差之後，接著就是定出他的分部範圍，當然我們知道微中子是分布在整個銀河系的，但是要產生麼強大的重力透鏡效應並不是一群微中子就可造成 m ，而是在一種免書的形式狀態才有可能，而這個形式就是**高速運動**，這個狀態就是**黑洞**。我們大膽假設，當一群微中子接近本銀河系中黑洞的事像地平面時時(當然前提是那裡有黑洞存在)，受大強大引力的影響，這也是我們之前宏觀部分所提到的 \checkmark 光子在黑洞中的狀態，它會圍繞在黑洞外圍，使得黑洞是光芒萬丈的，而微中子它的速度趨近於光速，所以當它圍繞再事項地平面外圍時，它會發生 3 樣事情

1. 受相對論的影響時間大幅延遲，使它的能量不易喪失，例如他的半衰其會大幅或是無限延長。
2. 由於三個家族的微中子目前觀測去去近於有靜止質量的，所以當它以高速運動

質量會依勞倫茲轉換的結果 $1: \sqrt{1 - \left(\frac{c}{v}\right)^2}$ 的變量巨幅增加，而質量增加，引力

也就隨之增大，而這相對質量所構成的引力，我們當然用什麼儀器都觀測不到了。

3.微中子會震盪，在 2 個家族中不短改變其型態，那就更可以解釋旋轉曲線圖

況且 ν_μ ν_τ 的質量和 ν_e 比起是非常重的，我們就更不能忽視她們的影響

此外我們也預測 3 種微中子若有質量，它們的速度將會是相異的，如下：

$$V_{\nu\tau \text{ Max}} \leq V_{\nu\mu \text{ Max}} \leq V_{\nu e \text{ Max}}$$

其中等號代表當微中子靜止質量時的情況。

三.外圍星系轉速問題

最後我們要對外圍星系轉速的異常做個討論，但並不是使用以往的力學方式，而是我們大膽地以微觀的方式去處理宏觀的引力問題。

我們知道，自然界 4 種基本力都是透過一種**交換粒子**的形式而生作用力的，例如夸克透過交換驕子構成強核力，弱核力透過交換玻色子，電磁力就是交換光子，應該說是虛光子，而引力就是引力子，當然目前還沒有發現引力子的存在，但是在相對論性量子力學中認為由於引力子存在時間很短，易產生也意湮滅，但是它的存在是絕對可以預測的。

而我們要做的就是先接受相對論性量子力學的觀念間，物理間引力的作用都是透過交換引力子所構成的，而引入之前所提到黑洞的概念，

若銀盤視為一分布均勻的剛體，內部其中一點所受的引力都相同，但是若銀河存在一黑洞，結果將會不同，以下是我們的推論.:

我們以 M31 的圖說明:



(圖十三)M81

當剛體內一點受較長一端的引力拉扯時，在相對論量已力學裡由於 2 樣物體會互換重力子才會構成引力，所以當一端的引力子要跨越黑洞中心時，只要一進入史瓦西半徑的範圍內，引力子會被黑洞吞蝕，而造成引力子交換的斷絕，而這種情況也只會遇到黑洞時才會發生，當引力子無法如期傳到另一方時，就會阻斷引力的影響，此天體只會受到較近端的引力影響，所以向心力會減弱，意即此天體所受的引力將會降為原來的依一半。

陸、討論

我們將這次說明書分成三部分討論：

第一是我們用動力學計算九大行星而推算出太陽質量時，除土星外，甚至水星和冥王星所推算出的質量竟然和其他行星誤差質非常相似的，也就是說即使用動力學處理這種高尺度的天體依然是適用的。但是對銀河系卻顯得非常的不足，因此我們換個角度將銀牌視為多層的均勻質量討論，才能使動力學的計算結果符合觀測所得的曲線圖。所以若 $\frac{mv^2r^2}{GR}$ 成立，代表我們確認銀河系 12kpc 內密度較高的天體分布，若我們的推論錯誤，那我只能說銀河系還有太多太多的東西我們不了解了，因為我不能隨意就否認牛頓的偉大成果。

第二部分就是微中子的假定，從之前的討論可以輕易看出我們所持著就是微中子的震盪，我們假設微中子會在 v_e ， v_μ 及 v_τ 間變換，就可以解釋轉速和距離的矛盾，同時也可以解決目前太陽微中子的失蹤案。

第三部分是我們對引力子的討論，若引力子經過黑洞事象內，會造成引力的阻斷，這似乎成了量子力學與廣義相對論的衝突，但唯一能確定的是，引力子是有可能造成我們計算上的誤差的也就是它也是構成暗物質問題的要素之一。

。

七、結論

1.若使用動力學解釋星系旋轉曲線，在範圍距銀河系 2kpc，5kpc，7kpc，10kpc，13kpc 左右的天體分布是較均勻且密度較高的。

2.在用動力學計算銀河系質量及軌道速度時，當距離

$$r < 3\text{kpc} \text{ 以 } M = \frac{rv^2}{G} \text{ 不需修正。} \quad 3 < r < 5 \text{ kpc} \text{ 以 } M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \text{ 替代 } M = \frac{rv^2}{G} \text{。}$$

$$7 < r < 11\text{kpc} \text{ 以 } M = \frac{rv^2}{G} \text{ 不需修正。} \quad 11 < r < 13 \text{ kpc} \text{ 以 } M = \frac{mv^2 r^2}{GR} \text{ 替代 } M = \frac{rv^2}{G} \text{。}$$

3.迪拉克型微中子在速度達到光速的 90% 後質量皆以約為原來的 3 倍增加

4. 預測 3 種微中子若有質量，它們的速度將會是相異的，如下：

$$V_{\nu\tau \text{ Max}} \leq V_{\nu\mu \text{ Max}} \leq V_{\nu e \text{ Max}}$$

5.若引力子可能會受黑洞影響，星體所受引力將會降為原來的 1/2。

捌、參考資料及其他

(一).孫漢城/中微子之謎/初版/台灣/牛頓出版社/221 頁/民 85

(二).錢誌恩&鄭立三/宇宙的百慕達三角-黑洞/初版/台灣/凡異出版社/157 頁/民 87

(三).迪拉克/量子力學原理/第 4 版/台灣/凡異出版社/442 頁/民 81

(四).海森保/量子論/初版/台灣/凡異出版社/ 221 頁/民 85

(五).Frank Shu/The Physical universe/初版/台灣/明文書局/460 頁/民 90